

3/4吋聚四氟乙烯调节伐 的试制报告

二机部第五设计院
国营X X X 厂

1978年5月

说 明

在某工程设计中，为实现对工作温度为 60°C ，工作压力 3Kgf/cm^2 ，浓度为 40% 氢氟酸溶液流量的自动控制，急需研制一种小口径耐腐蚀的自动调节阀。因为在国内生产的调节阀中没有可供选用的产品，某厂也曾采用橡胶材料制成的软管夹，手动调节流量，因调节性能不好，不能满足生产要求，为了解决这一问题，结合某工程的实际需要，从 1976 年开始，到 1977 年 4 月底，试制两台 $3/4"$ 阀芯直径为 7 毫米的聚四氟乙烯调节阀（设计时的技术特性见表一）。其中的一台于 1977 年 5 月在 $\times\times\times$ 厂安装试用，通过一年在生产中的试用情况说明：调节阀流量特性良好，基本是直线流量特性，泄漏量小，耐腐蚀，密封可靠，基本上能满足生产使用要求。而且由于此阀门具有结构简单，易于加工，维修方便，反材料易于解决等优点，为调节阀的正式投入生产，使用大开门路。下面分别就调节阀的选型，材料选择，结构设计，加工工艺及今后的改进方向都作一简略的介绍。

关于调节阀的试验情况见文后附件。

主要技术特性

表 1

公称压力 Kgf/cm^2	3				
最高工作温度 $^{\circ}C$	60				
公称通径	3/4 吋				
配用执行机构	气动	正作用式 反作用式	ZNA-200 ZNB-200	电动	ZDA-100
行程 mm	10				
阀芯阀座直径 mm	9	8	7	6	5 4 3
流通能力 C_t/h	1.2	0.8	0.5	0.32	0.2 0.12 0.08
流量特性	直线性				

研
工
“Z
门
我
益

一、选 型

生产条件要求调节阀流量特性为直线性，流通能力小，能耐40%浓度氢氟酸，能自动调节流量，工作温度为60℃，工作压力3 Kgf/cm²，据此我们选择了天津调节阀厂生产的“ZMAP-16型气动薄膜调节阀”的结构作为新设计的阀门原型，因为它的流量特性，和流通能力合于我们要求。同时我们吸取上海塑料制品十四厂的“耐腐针型隔膜阀”的耐腐性、密封可靠的优点，综合两者设计了一种用聚四氟乙烯作阀体和阀座、F-46作阀芯衬套、氟橡胶作密封隔膜、普通碳钢作阀体外壳的铠装式单座直通调节阀，其结构尺寸、另件组成详见图1。

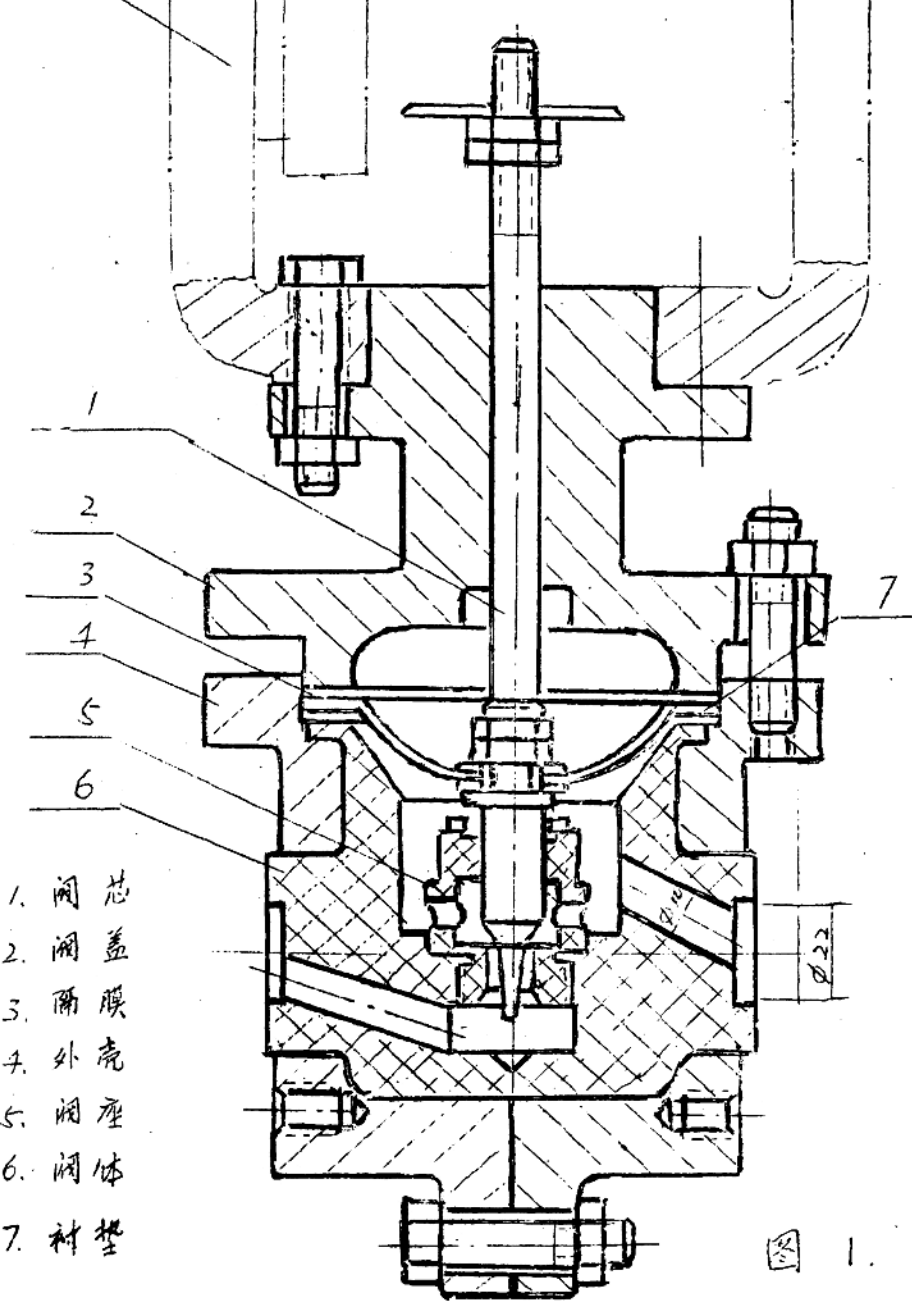
二、材 料 选 择

目前国内可供制造耐40%浓度氢氟酸、工作温度60℃的阀门材料有新3号、刚玉、氟塑料，衬胶虽然能耐腐蚀，但对小口径阀门因不便衬里施工而不能选取。金属材料新3号（相当于美国的海氏合金C），在常温、浓度42%的氢氟酸中耐蚀，年腐蚀率为0.0047毫米/年，当温度超过60℃以后耐腐蚀性能有待试验，同时材料也比较昂贵。

刚玉在常温浓度40%的氢氟酸中年腐蚀率为0.3397毫米/年，刚玉性脆、易碎、浇铸过程中易于变形，成型后不易再加工，所以对要求几何形状较严的另件不能选用。

聚四氟乙烯完全能耐温度60℃，浓度40%的氢氟酸腐蚀，化学耐腐蚀性能非常优异。聚四氟乙烯机械强度差，热膨胀系数比钢大30~50倍，有冷流动性，特别是在负荷和高速条件下几何尺寸不稳定，这种变形具有不可逆性。

执行机构



缺点可以通过设计适当的另件和装配结构以及在加工中采取适当的措施加以克服或减少其影响。

三. 结构设计

考虑到耐腐蚀性能和阀门通过较小，以及制造方便，凡与介质接触下位（除隔膜和阀芯外）均用聚四氟乙烯切削加工制成，而没有采用衬 F-46 的结构。阀门采用碳钢作外壳 (4) 设计成两半对开式结构，是考虑到聚四氟乙烯机械强度和刚性不宜作承压件，也不易装夹加工的缺点。碳钢外壳可以保证阀门在 3 Kgf/cm^2 压力下安全正常工作。为了保证阀门具有直线的流导特性，阀座和阀芯必须具有规定的几何形状和尺寸。因此阀座 (5) 单独用聚四氟乙烯棒料切削加工成型。阀芯 (1) 用碳钢材料加工成芯杆然后将和介质接触的下份外衬 F-46。F-46 的耐腐蚀性能和聚四氟乙烯相同，只能注塑成型 ~~不能切削~~。阀芯用衬 F-46 的办法其优点在于能使阀芯的尖端几何形状易于保证，且能与碳钢芯杆紧贴。调节阀没有采用一般阀门的填料函结构而采用了隔膜式结构，其优点在于选用合适的隔膜使介质不致外漏。隔膜 (3) 是用氟橡胶模压硫化成型。氟橡胶能在温度 80°C ，浓度 40% 的氢氟酸中长期工作而不会被腐蚀。隔膜选取 3 毫米厚度，考虑到隔膜必须能承受 3 Kgf/cm^2 工作压力，要有一定的强度、寿命、和弹性等要求，隔膜不能太厚，否则会增加执行机构在动作时的阻力。

阀盖 (2) 因不与介质接触，而采用了普通碳钢材料，阀盖起压紧隔膜和支承执行机构作用，同时也兼起阀芯往复运动的导向作用。

四、加工工艺

聚四氟乙烯零件宜用小切削量，低切削速度进行机械加工，冷却液用肥皂水，注意选用适当的夹持力，这样零件可以得到较满意的尺寸精度和光洁度。

阀体(6)的内孔是在装入钢外壳(4)后加工的。所有要求同轴度较高的孔(阀座(5)的内孔和导向孔，外壳(4)与压盖(2)的配合孔)均一次装卡加工。

由于条件限制，在试制中阀芯(1)未采用衬F-46，而采用了热套聚四氟乙烯衬套的结构(见图3)。隔膜未采用氟橡胶而采用了天然硫化橡胶材料。

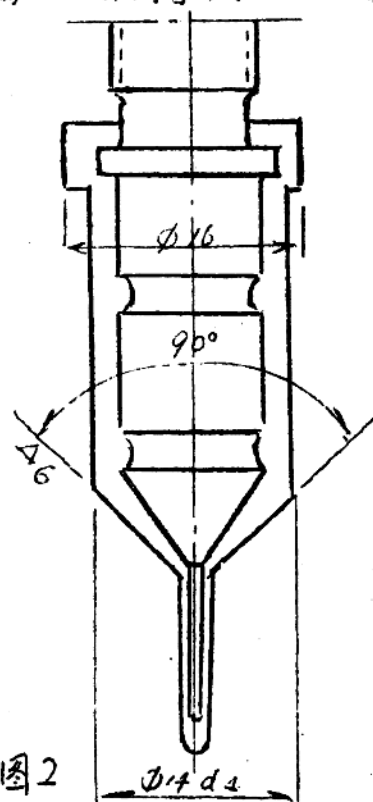


图2 原设计衬F-46结构

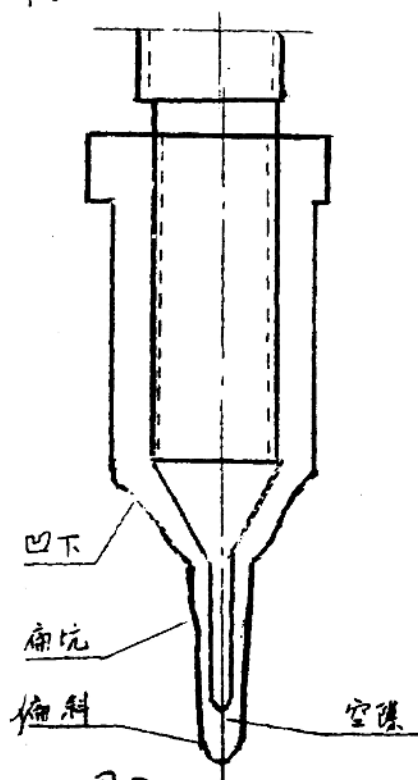


图3 套聚四氟乙烯结构

五、改进方向

调节阀在某厂一年的运行中基本上得到了肯定，但仍存在一定问题，尚需改进。

1. 隔膜：隔膜出现裂纹和寿命仅为2-3个月，是由于普通配方橡胶耐腐蚀性能较差。应严格按设计用氟橡胶制造。隔膜断面形状设计成为波形结构，其韧性可能有所增加，寿命有所增长。

2. 阀芯：阀芯头下出现形变（见图3），是由于在制造阀芯时没有用如图2所示衬F-46的方法，而采用了芯杆热套聚四氟乙烯衬套的办法（如图3）。在热套时由于加工尺寸不易保证，和热套时空气不能外排，致使芯杆端下不能与衬套贴合，留有径向和轴向间隙，这大大降低了阀芯端下的刚性。解决阀芯头下变形的办法，可以在加工时考虑空气排放孔，以利热套工艺，最好按原设计用衬F-46的阀芯。

执笔：第五设计院 周宝琴

附件:

聚四氟乙烯调节阀门的试验

一九七七年四月氟化岗位采用第五设计院设计并制造的聚四氟乙烯调节阀门, 对氢氟酸的流量进行定值调节。一年来运行情况良好, 初步解决了耐氢氟酸腐蚀的调节阀门。

一、聚四氟乙烯调节阀门的结构与特性。

第五设计院试制的聚四氟乙烯调节阀门的结构近于单座直通调节阀门, 口径 3/4 吋, 阀芯直径、阀座口径为 $\phi 7mm$ 。但其阀盖的形式不同于一般的调节阀门, 不是采用填料密封, 而是采用橡胶隔膜密封, 流体由隔膜与外界隔离。

采用图 2 所示的系统, 测得调节阀门的流量特性, 结果列于表 1, 绘于图 3。

从图 3 的曲线可见该阀门是直线流量特性的调节阀门, 即阀门的相对开度与相对流量成直线关系。

表 1 流量特性测试结果

阀门相对开度 $\frac{l}{L} \%$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
流量测量值 升/分	0	0.24	0.49	0.80	1.07	1.33	1.58	1.83	2.07	2.34	2.60
流量相对值 $\frac{Q}{Q_{max}}$	0	9.2	19.0	30.8	41.1	51.1	60.8	70.4	79.6	90	100

聚四氟乙烯调节阀门以下均简称为调节阀门。

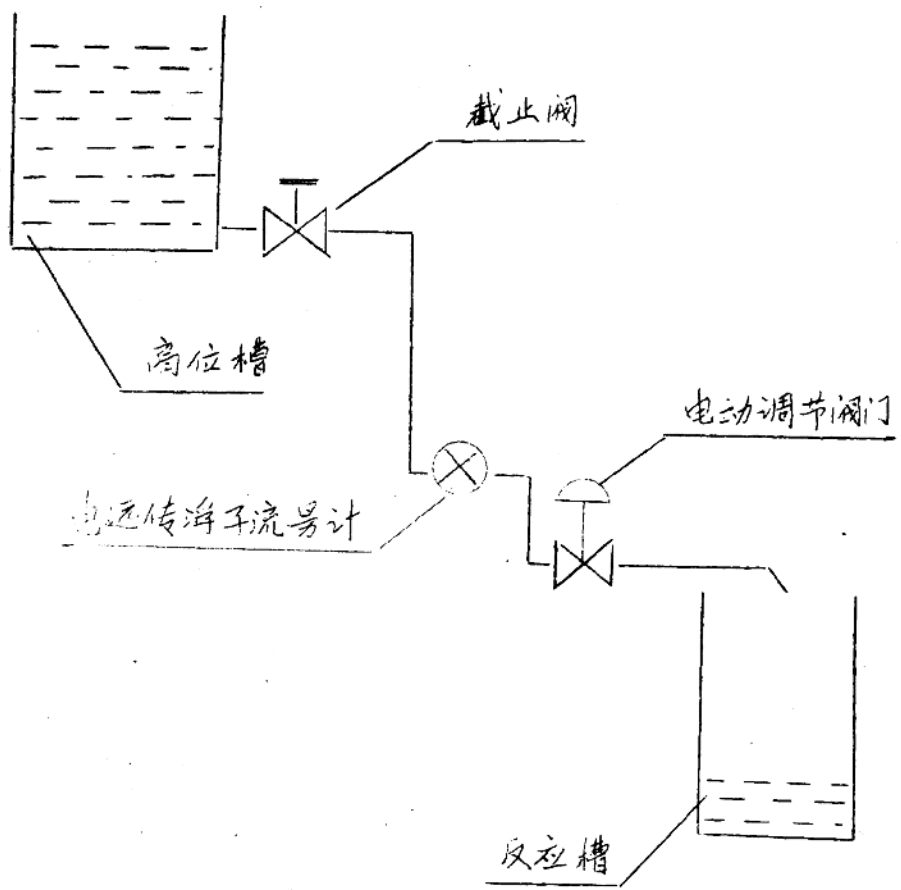


图 2. 流量特性测试系统

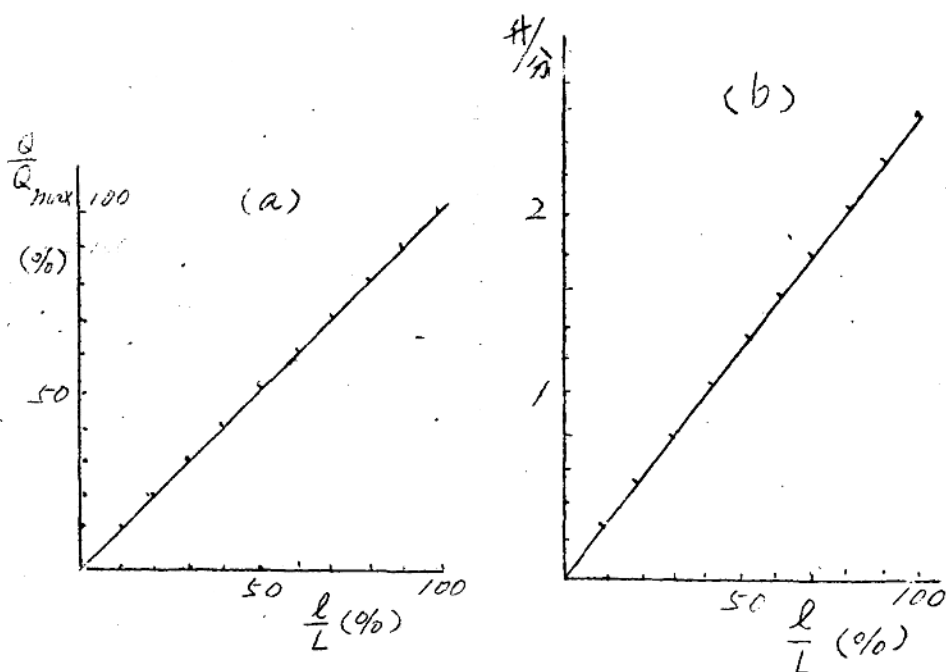


图3. 流量特性曲线

二、调节阀门的调节品质与耐腐蚀性能

我们工艺实际流程近于图2。调节系统是比较稳定的，调节阀门的工作区较窄；同时系统管线较粗（2吋），截止阀门较大（2吋）因此系统总压差几乎全下加于调节阀两端，阀上压差与系统总压差之比 S 近于1，实际工作特性近于理想特性。也就是说阀门的直线流量特性实际上没有发生大的畸变。因此用于氧化岗位氯酸流量的定值调节系统是可取的。

自投入运行以来，调节的品质是良好的。在采用PI调节时，对外界来的任何干扰（就我们的系统而言），均能迅速完成自调。一般波动一二次即可稳定在给定值上。流量实际指示值与给定值间的偏差均小于 $\pm 1\%$ 。实际调节曲线记录在图4中。

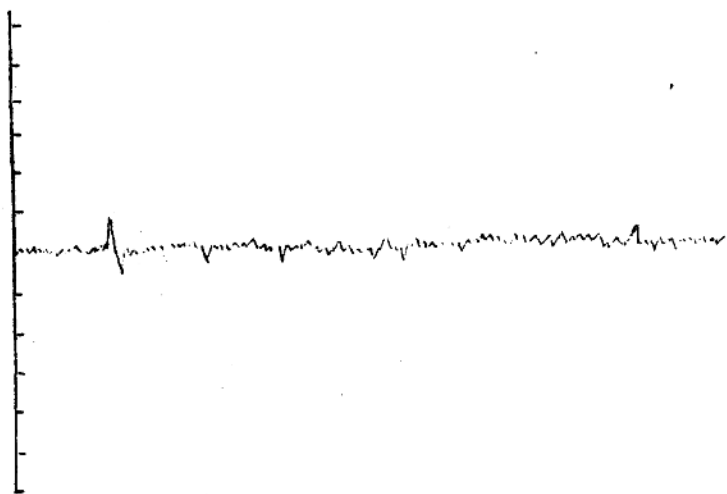


图4. 氢氟酸流量定值调节曲线

该阀门用于40%的氢氟酸系统中(常温), 一年多的间断运行(不运行时阀中也充满氢氟酸溶液), 说明该阀门耐腐性能较好。至今未发现阀芯、阀座有腐蚀和老化现象, 尤其是阀座如新装时一样。但在阀芯上发现有机械式的损伤(在阀芯侧面有两个长条扁坑), 外型亦有可见形变, 致使流量特性发生改变。最近测得的流量特性结果列在表2里, 绘于图5上。

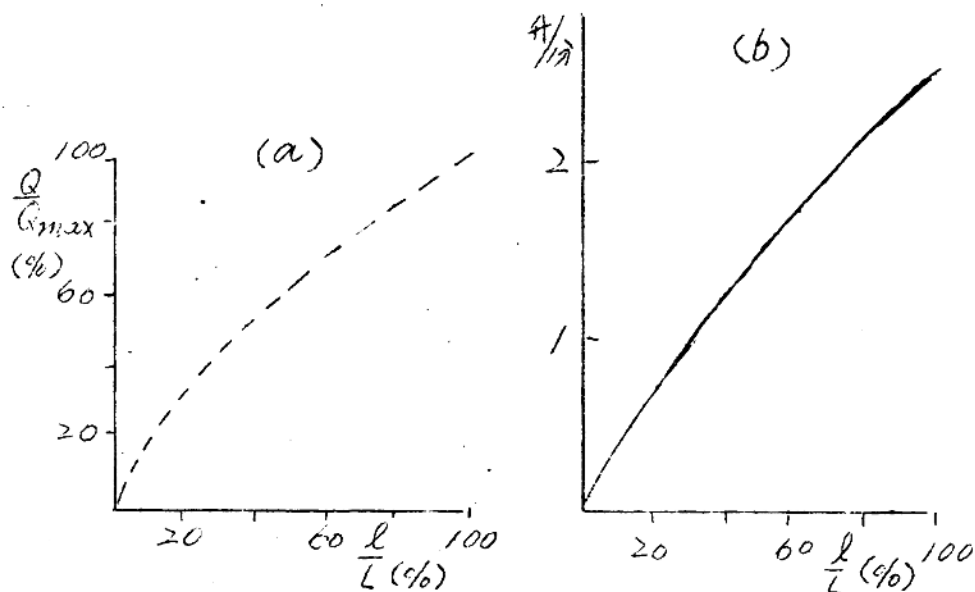


图5. 形变后流量特性曲线

表2. 形变后流量特性测量结果

阀门相对开度 $\frac{l}{L}$ %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
流量测量值 L/min	0	0.42	0.75	1.04	1.32	1.60	1.83	2.04	2.23	2.41	2.60
流量相对值 $\frac{Q}{Q_{max}}$ %	0	16.1	29.0	40.0	50.8	61.5	70.5	78.4	85.8	92.7	100

从表2和图5可见, 虽然聚四氟乙烯调节阀耐腐性能很好, 但其机械性能较差, 阀芯易在检修中碰伤, 在运行中挤压, 致使阀芯形变。正是由于阀芯塌陷, 相当于阀芯变细, 造成调

节阀的流量特性的变化，使调节品质变坏。变更后氢氟酸流量定值调节记录于图6。不过只要在检修时小心，安装合理，上述问题是可以防止的。

一年来的运行（调节只有六个月），发生三次氢氟酸跑漏，均由隔膜与调杆连接处产生裂口造成的。同时发现隔膜外沿有如自行车外胎状的裂纹。故现用橡胶隔膜的聚四氟乙烯调节阀门的使用寿命大约两三个月。

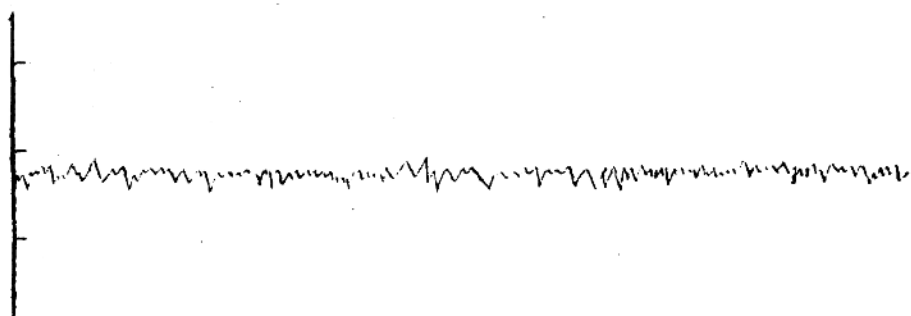


图6、形变后，氢氟酸流量定值调节曲线

三、一点看法

从一年运行的实践中，我们认为茅五设计院试制的聚四氟乙烯调节阀门的流量特性、调节品质是好的。结构简单，体积小，重量轻，便于检修，是一种较好的耐氢氟酸腐蚀的调节阀门。但我们感到隔膜品质差，易坏。不仅降低了阀门的寿命，而且造成环件的污染和腐蚀，增加了维修量。因此我们建议将

·14·

隔膜采用氟橡胶或铁岭橡胶研究所配制的天然橡胶制做隔膜。
这可能解决现用橡胶隔膜易坏的问题，或许会增加闸门的寿命。

执笔：国营×××厂 杜荣久

1978.4.